

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-231349

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/136
 G02F 1/1343
 G09F 9/35
 G09F 9/35
 H01L 49/02

(21)Application number : 10-028981

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 10.02.1998

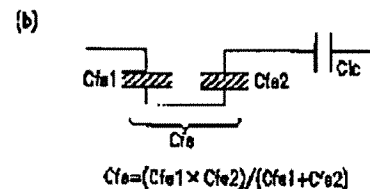
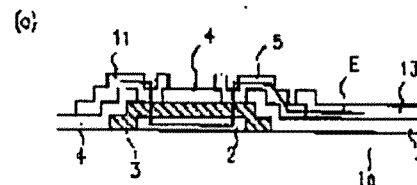
(72)Inventor : IZUMI YOSHIHIRO
 NAKAJIMA MUTSUMI

(54) NONLINEAR ELEMENT AND DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nonlinear element, which has a symmetrical electric characteristic for an applied voltage, and a display device of high reliability which uses this element.

SOLUTION: The nonlinear element connecting a picture element electrode 13 and a data bus line electrode 11 is provided on one glass substrate 1a. This nonlinear element (capacity Cfe) has a structure where one nonlinear element part (capacity Cfe1) consisting of the part of a ferroelectric layer 3 held between the data bus line electrode 11 and a lower layer electrode 2 and the other nonlinear element part (capacity Cfe2) consisting of the part of the ferroelectric layer 3 held between a connection electrode 5 and the lower layer electrode 2 are connected back to back in series. Though individual nonlinear element parts have asymmetrical electric characteristics for the applied voltage, respective asymmetries are resolved by canceling.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-231349

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
G 0 2 F 1/136	5 0 5	G 0 2 F 1/136 5 0 5
1/1343		1/1343
G 0 9 F 9/35	3 0 5	G 0 9 F 9/35 3 0 5
	3 3 5	3 3 5
H 0 1 L 49/02		H 0 1 L 49/02
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 14 頁)		

(21) 出願番号 特願平10-28981

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月10日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 和泉 良弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 中島 睦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

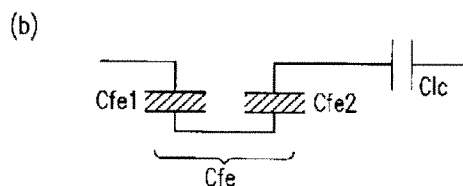
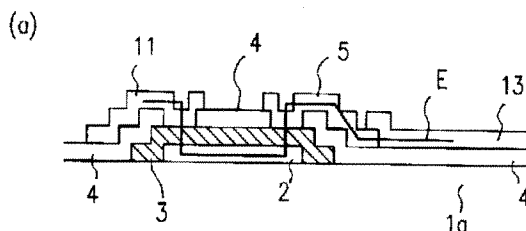
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 非線形素子及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】 印加電圧に対して対称な電気特性を有する非線形素子とそれを用いた信頼性が高い表示装置を提供する。

【解決手段】 一方のガラス基板1a上に、画素電極13とデータバスライン電極11とを接続する非線形素子20が設けられている。この非線形素子20(容量Cfe)は、データバスライン電極11及び下層電極2で挟まれた強誘電体層3部分からなる一方の非線形素子部(容量Cfe1)と、接続電極5及び下層電極2で挟まれた強誘電体層3部分からなる他方の非線形素子部(容量Cfe2)とがバックツープックで直列に接続された構造を有し、個々の非線形素子部が印加電圧に対して非対称な電気特性を有していても、各々の非対称性が打ち消し合って解消される。



$$Cfe = (Cfe1 \times Cfe2) / (Cfe1 + Cfe2)$$

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極間に強誘電体層が挟まれてなる非線形素子部を2つ有し、一方の非線形素子部の一方の電極と、他方の非線形素子部の該一方の電極とは逆極性側の電極とが電氣的に接続されている非線形素子。

【請求項2】 前記2つの非線形素子部が同一基板表面に沿って並設されている請求項1に記載の非線形素子。

【請求項3】 前記強誘電体層を挟んで下層電極と2つの上層電極とが設けられ、一方の非線形素子部が該下層電極及び一方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなり他方の非線形素子部が該下層電極及び他方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなる請求項1に記載の非線形素子。

【請求項4】 前記2つの上層電極が、前記強誘電体層との重なり部の幅方向又は長さ方向に沿って寸法を均一にしてあり、長さ方向又は幅方向の寸法を重なり部よりも大きくしてある請求項3に記載の非線形素子。

【請求項5】 前記強誘電体層の一方側に下層電極が設けられ、該強誘電体層の他方側にその上を覆う絶縁膜を間に介して2つの上層電極が設けられ、該2つの上層電極が該絶縁膜に設けられた2つの開口部の各々で該強誘電体層と接しており、一方の非線形素子部が該下層電極及び一方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなり、他方の非線形素子部が該下層電極及び他方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなる請求項1に記載の非線形素子。

【請求項6】 前記2つの上層電極が同一の導電性材料からなる請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の非線形素子。

【請求項7】 表示媒体を挟んで対向配置された一对の基板の一方にマトリクス状に画素電極が設けられ、該画素電極と該画素電極に電位を与える走査バスライン電極又はデータバスライン電極との間に請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の非線形素子が設けられている表示装置。

【請求項8】 前記表示媒体が液晶からなる請求項7に記載の表示装置。

【請求項9】 前記走査バスライン電極又は前記データバスライン電極が前記強誘電体層と一部重畳するように設けられ、前記2つの上層電極の一方が該強誘電体層と重畳する走査バスライン電極部分又はデータバスライン電極部分からなり、他方の上層電極が該強誘電体層と前記画素電極とを接続する接続電極からなる請求項7又は請求項8に記載の表示装置。

【請求項10】 前記2つの上層電極の一方が前記強誘電体層と前記画素電極とを接続する第1接続電極からなり、他方の上層電極が該強誘電体層と前記走査バスライン電極又は前記データバスライン電極とを接続する第2接続電極からなる請求項7又は請求項8に記載の表示装置。

【請求項11】 前記走査バスライン電極又は前記データバスライン電極は、前記第2接続電極よりも比抵抗値が小さい導電性材料からなる請求項10に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、比較的単純な構造で高コントラストな画像表示が可能な表示装置及びそれに好適な非線形素子に関する。

【0002】

【従来の技術】マトリクス型の表示装置は、例えば液晶表示装置の場合には、駆動方法により単純マトリクス型のものとアクティブマトリクス型のものとに大別される。前者単純マトリクス型表示装置は構造が簡単で製造プロセス上の制約も無いため、安価に製造できるという特徴を有する。しかし、実効電圧に反応するネマティック液晶を用いた場合等にはクロストークが発生するという問題があり、また、画像表示の方法がダイナミック表示となるので一般にコントラストが低い。これに対し、後者のアクティブマトリクス型表示装置は個々の画素にダイオードやトランジスタ等のアクティブ素子を設けて画素を選択駆動するのでクロストークの発生が抑制され、また、画像表示の方法がスタティック表示となるのでコントラストも高い。しかし、画素毎にアクティブ素子を設ける必要があるので歩留まりが低く、また、プロセス上の多くの制限が存在する。

【0003】両者の問題を解決するために、従来から例えば特開平1-4721号公報や特開平1-17025号公報に開示されているように、構造が簡単なマトリクス型の表示装置に自発分極を有する強誘電体素子を組み合わせることが提案されている。この方法によれば、比較的構造が単純で高コントラストな画像表示を実現することができる。

【0004】例えば特開平1-4721号公報に開示されている表示装置は、図12に示すように、マトリクス型の液晶表示装置の各画素毎に自発分極を有する非線形素子（強誘電体層103）が設けられている。各画素においては、X方向及びY方向に設けられたバスライン電極（データバスライン電極111及び走査バスライン電極112）の間に、液晶層110の容量と強誘電体層103の容量とが直列に接続されている。

【0005】強誘電体層103は、一方のガラス基板101a上に設けられたバスライン電極（第1電極）121と画素電極（第2電極）122とに接続されている。他方のガラス基板101b上にはバスライン電極（透明電極）112が設けられている。

【0006】この表示装置において、画素の選択時には、両バスライン電極112、111間にあるしきい値以上の電圧が印加されると強誘電体層103が自発分極を起し、この自発分極によって発生した電荷で液晶層

110の容量が充電される。一方、画素の非選択時には、強誘電体103の自発分極のメモリー性を利用して液晶110の容量に充電された電荷を保持することができる。

【0007】従って、従来の単純マトリクス型液晶表示装置に比べてクロストークが低減され、高コントラストな画像表示が可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の強誘電体素子を用いた表示装置においては以下10に示すような2つの問題がある。

【0009】(1)強誘電体の電気特性は、通常、図13に示すE-D(電界強度-電荷密度)曲線で表されるような印加電圧の極性に対して略対称な非線形性を示す。但し、このような対称な非線形性が得られるのは、強誘電体層の両側に接続された2つの電極が同じ導電性材料からなる場合である。

【0010】これに対して、図12に示した強誘電体素子の場合、強誘電体層103は表示装置のバスライン電極である第1電極121と画素電極である第2電極122とに接続されている。このように、強誘電体層に接続されている2つの電極が異なる材料で構成されていると、両電極との接続界面でエネルギー準位の差が生じて所謂接合型のダイオード特性が付加されてしまうので、強誘電体素子が印加電圧の極性に対して非対称な電気特性を示す。

【0011】ところで、液晶等の表示媒体に常時DC電圧が印加されると、一般に、液晶材料が分解したり、電極でのイオン吸着等が発生したりして信頼性が悪くなる傾向がある。これを防ぐためには、各画素で1フレーム30毎に正負の極性を反転させる交流駆動(極性反転駆動)により表示装置の駆動を行うのが望ましい。この交流駆動を行うためには、印加電圧の極性に対して対称な電気特性を有する非線形素子を用いて表示媒体を駆動するのが好ましい。

【0012】従って、上述のような印加電圧の極性に対して非対称な電気特性を示す強誘電体素子は、交流駆動を行うための非線形素子として好ましくない。

【0013】(2)強誘電体の種類としては、一般に、強誘電ポリマー、アモルファス(非晶質)の無機強誘電体及び結晶化された無機強誘電体等があるが、結晶化された無機強誘電体、特にPZTに代表される無機酸化物強誘電体は信頼性や非線形性の点で優れている。

【0014】このような無機酸化物強誘電体を図12に示した強誘電体素子に適用する場合、強誘電体層103の下層にバスラインである第1電極121が設けられているので、強誘電体層103を酸素雰囲気中で結晶化するプロセスに第1電極121が曝されることになる。よって、第1電極121の材料としては、このプロセスに耐えうる導電性材料を選択する必要がある。

【0015】ところで、一般に、表示装置において大画面化を図るためには、表示信号を伝送するバスライン電極の材料として比抵抗の値が小さい導電性材料を使用することが望ましい。

【0016】しかし、上述のようにバスライン電極の材料が強誘電体の結晶化プロセスに耐えうる導電性材料に限定されると、Al、Cu等の熱酸化しやすい材料は比抵抗値が小さくても使用することができない。

【0017】本発明は、上述したような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、印加電圧の極性に対して対称な電気特性を示す非線形素子とそれを用いた信頼性の高い表示装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、バスライン電極の材料が限定されず大画面化を図ることができる表示装置を提供することを第2の目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の非線形素子は、電極間に強誘電体層が挟まれてなる非線形素子部を2つ有し、一方の非線形素子部の一方の電極と、他方の非線形素子部の該一方の電極とは逆極性側の電極とが電氣的に接続されており、そのことにより上記目的が達成される。

【0019】前記2つの非線形素子部が同一基板表面に沿って並設されていてもよい。

【0020】前記強誘電体層を挟んで下層電極と2つの上層電極とが設けられ、一方の非線形素子部が該下層電極及び一方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなり他方の非線形素子部が該下層電極及び他方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなっているてもよい。

【0021】前記2つの上層電極が、前記強誘電体層との重なり部の幅方向又は長さ方向に沿って寸法を均一にしてあり、長さ方向又は幅方向の寸法を重なり部よりも大きくしてあってもよい。

【0022】前記強誘電体層の一方側に下層電極が設けられ、該強誘電体層の他方側にその上を覆う絶縁膜を間に介して2つの上層電極が設けられ、該2つの上層電極が該絶縁膜に設けられた2つの開口部の各々で該強誘電体層と接しており、一方の非線形素子部が該下層電極及び一方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなり、他方の非線形素子部が該下層電極及び他方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分からなっているてもよい。

【0023】前記2つの上層電極が同一の導電性材料からなっているてもよい。

【0024】本発明の表示装置は、表示媒体を挟んで対向配置された一対の基板の一方にマトリクス状に画素電極が設けられ、該画素電極と該画素電極に電位を与える走査バスライン電極又はデータバスライン電極との間に本発明の非線形素子が設けられ、そのことにより上記目的が達成される。

【0025】前記表示媒体が液晶からなっているてもよ

い。

【0026】前記走査バスライン電極又は前記データバスライン電極が前記強誘電体層と一部重畳するように設けられ、前記2つの上層電極の一方が該強誘電体層と重畳する走査バスライン電極部分又はデータバスライン電極部分からなり、他方の上層電極が該強誘電体層と前記画素電極とを接続する接続電極からなっている。

【0027】前記2つの上層電極の一方が前記強誘電体層と前記画素電極とを接続する第1接続電極からなり、他方の上層電極が該強誘電体層と前記走査バスライン電極又は前記データバスライン電極とを接続する第2接続電極からなっている。

【0028】前記走査バスライン電極又は前記データバスライン電極は、前記第2接続電極よりも比抵抗値が小さい導電性材料からなっている。

【0029】以下、本発明の作用について説明する。

【0030】本発明にあつては、電極間に強誘電体層が挟まれてなる非線形素子部の2つが、一方の非線形素子部の一方の電極と、他方の非線形素子部の逆極性側の電極とが電気的に接続されている。このように2つの非線形素子部を直列にバックツープック接続することにより、個々の非線形素子部が印加電圧の極性に対して非対称な電気特性を有していても、各々の非対称性が打ち消し合つて解消される。

【0031】上記2つの非線形素子部を同一基板表面に沿って並設すれば、同一工程により非線形素子部を形成することができるので、同一の特性を有する2つの非線形素子部を容易に得ることができる。

【0032】上記強誘電体層を挟んで1つの下層電極と2つの上層電極とを設けることにより、下層電極及び一方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分を一方の非線形素子部、下層電極及び他方の上層電極で挟まれた強誘電体層部分を他方の非線形素子部として、2つの非線形素子部が直列にバックツープック接続された非線形素子を容易に形成することができる。また、同じ下層電極上に強誘電体層を形成することにより2つの非線形素子部の特性が均一化され、印加電圧の極性に対してより対称性が良い電気特性を有する非線形素子を得ることができる。

【0033】この2つの上層電極を、強誘電体層との重なり部の幅方向又は長さ方向に沿って寸法を均一にし、長さ方向又は幅方向の寸法を重なり部よりも大きくすると、各層をフォトリソグラフィ技術によりパターン形成する際にフォトマスクのアライメント精度が悪いために許容範囲内で重ね合わせのずれが生じて、非線形素子部の面積が変化せず、容易に均一な素子面積とすることができる。

【0034】また、強誘電体層の一方側に1つの下層電極を設け、他方側にその上を覆う絶縁膜を間に介して2つの上層電極を設けて絶縁膜の2つの開口部で強誘電体

層と接するようにすることにより、下層電極及び一方の開口部で強誘電体層と接している上層電極で挟まれた強誘電体層部分を一方の非線形素子部、下層電極及び他方の開口部で強誘電体層と接している上層電極で挟まれた強誘電体層部分を他方の非線形素子部として、2つの非線形素子部が直列にバックツープック接続された非線形素子を容易に形成することができる。また、各層のパターン形成の際のフォトマスクのアライメント精度に依存せず、絶縁膜に設けられた開口部の形状（スルーホール）の形状のみで非線形素子部の素子面積が決定されるため、容易に均一な素子面積とすることができる。

【0035】上記2つの上層電極を同一の導電性材料で形成すると、2つの非線形素子部の特性をさらに均一にすることができるので、これらを直列にバックツープック接続することにより、印加電圧の極性に対して完全に対称な電気特性を有する非線形素子を得ることができる。

【0036】本発明にあつては、画素電極と走査バスライン電極又はデータバスライン電極との間に本発明の非線形素子を設けているので、この非線形素子の電気特性により表示媒体の電圧を制御することができる。よって、マトリクス構成を有する表示装置においてもクロストークを低減して高コントラストな画像表示が可能となる。また、印加電圧の極性に対して対称性を有する非線形素子を用いるので、交流駆動を行っても表示媒体にDC電圧が印加されることはない。

【0037】従つて、例えば、表示媒体として液晶を用いても、液晶材料が分解したり電極でのイオン吸着が生じたりして信頼性が悪くなることはない。

【0038】上記2つの上層電極を同一の導電性材料で形成すると、2つの非線形素子部の特性をさらに均一にすることができるので、これらを直列にバックツープック接続することにより印加電圧の極性に対して完全に対称な電気特性を有する非線形素子を得ることができる。

【0039】上記強誘電体層と重畳する走査バスライン電極部分又はデータバスライン電極部分を一方の上層電極とし、強誘電体層と画素電極とを接続する接続電極を他方の上層電極とすると、バスライン電極と接続電極とを同一の工程で形成することができるので非線形素子を容易に作製することができる。また、走査バスライン電極又はデータバスライン電極は強誘電体層の上層にあるので、これらのバスライン電極が強誘電体層の結晶化プロセスの影響を受けず、これによりバスライン電極の材料が限定されることはない。但し、上層電極及び下層電極の材料としては、同様の電気特性を有するものが好ましい。

【0040】上記強誘電体層と画素電極とを接続する第1接続電極を一方の上層電極とし、強誘電体層と走査バスライン電極又はデータバスライン電極とを接続する第2接続電極を他方の上層電極とすると、第1接続電極と

第2接続電極とを同一の工程で形成することができるので非線形素子を容易に作製することができる。また、走査バスライン電極又はデータバスライン電極が強誘電体層の上層にあるので、これらのバスライン電極が強誘電体層の結晶化プロセスの影響を受けることはない。よって、バスライン電極の材料が限定されず、熱酸化しやすいAl、Cu等の低抵抗な材料でも用いることができる。

【0041】特に、走査バスライン電極又はデータバスライン電極を第2接続電極よりも比抵抗値が小さい導電性材料を用いて形成すると、バスライン電極をさらに低抵抗化して表示信号の遅延を低減する必要がある大画面表示装置を実現することができる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0043】（実施形態1）図1は本実施形態1の表示装置の平面構成を示す図である。

【0044】この表示装置は、表示媒体を挟む一对の基板の一方に、マトリクス状に配置された画素電極13と、その近傍を通るデータバスライン電極11とが設けられ、画素電極13とデータバスライン電極11とが非線形素子20を介して接続されている。また、他方の基板には、データバスライン電極11と交差する方向に走査バスライン電極12が設けられて画素電極13と対向している。

【0045】図2（a）は、この表示装置の1画素当たりの平面構成を示す図であり、図2（b）はそのA-A'線による断面図である。

【0046】一方の基板1aに設けられた非線形素子20は、タンタル（Ta）等の金属膜からなる下層電極2の上に多結晶状態のPZTからなる強誘電体層3が設けられ、その上に2つの開口部4a、4aを有する絶縁膜4が設けられている。その上にタンタル（Ta）等の金属膜からなるデータバスライン電極11及び接続電極5が絶縁膜4を介して強誘電体層3と一部重畳するように設けられ、各々開口部4a、4aを介して強誘電体層3と接している。

【0047】これにより、図3に示すように、非線形素子20の容量Cfeは、2つの非線形素子部の容量Cfe1、Cfe2を直列にバックツアバック接続した構造となる。なお、図3（a）において、実線Eは電気信号の経路を示す。

【0048】その接続電極5の上に一部重畳するようにITO等の透明導電膜からなる画素電極13が設けられ、接続電極5を介して強誘電体層3と接続されている。

【0049】また、他方の基板1bには、ITO等の透明導電膜からなる走査バスライン電極12が設けられ、両基板の間に液晶層10が封入されている。

【0050】この表示装置は、例えば以下のようにして作製することができる。

【0051】まず、図4（a）に示すように、一方の基板1aの上に導電性薄膜を成膜し、その導電性薄膜を所定の形状にパターニングして下層電極2を形成する。本実施形態では、液晶パネル用のコーニング社製#1737ガラス等の透明なガラス基板1a上に、スパッタリング蒸着法によりTaを約0.1μmの厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターニングすることにより下層電極2を形成した。

【0052】次に、図4（b）に示すように、アモルファスの強誘電体層3aを形成する。本実施形態では、PbOを10%過剰に含むPb_{0.95}（Zr_{0.05}Ti_{0.05}）O_{3.1}をターゲットとして用いた高周波マグネトロンスパッタリング蒸着法によりPb、Zr、Ti及びOを主成分とする非晶質（アモルファス）からなる強誘電体層3aを約0.3μmの厚みで成膜した。このアモルファスの強誘電体層3aは、後述する結晶化アニールを行うことにより、強誘電体特性を示す多結晶のチタン酸ジルコン酸鉛Pb（Zr_{0.05}Ti_{0.05}）O₃、略してPZTとなる。なお、このアモルファスの強誘電体層3aは、ゾルゲル法やMOCVD法、レーザーアブレーション法等により形成してもよい。

【0053】続いて、図4（c）に示すように、アモルファスの強誘電体層にレーザー光を照射して多結晶の強誘電体層3とする。本実施形態では、XeClのエキシマレーザー光をアモルファスの強誘電体層3aに垂直に照射した。このXeClのエキシマレーザー光は波長308nmの紫外光であり、一方、PZTの吸収端は500nm～600nmであることから、強誘電体層3aがエキシマレーザー光を吸収して急速に加熱し、その温度で自ら結晶化する。このときのエキシマレーザー光の照射条件は、酸素雰囲気中で500mJ、20Hzの10Wとし、0.6秒間の照射を行った。その結果、ペロブスカイト結晶構造を有する多結晶のPZT膜3が得られた。

【0054】その後、図4（d）に示すように、多結晶の強誘電体層3を所定の形状にパターニングする。本実施形態では、フォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターニングを行った。PZTのドライエッチングには、フッ素系ガスや塩素系ガスを用いることができる。なお、ここではアモルファスのPZTをレーザーアニール処理により結晶化した後でパターニングを行ったが、アモルファスのPZTをパターニングした後でレーザーアニール処理により結晶化してもよい。

【0055】次に、図4（e）に示すように、絶縁膜4を形成して強誘電体層3上に2つの開口部（スルーホール）4a、4aを形成する。本実施形態では、スパッタリング蒸着法を用いてTa₂O₅を約0.2μmの厚み

で成膜し、フォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いて2つのスルーホール4a、4aを形成した。このスルーホールは、強誘電体層3の電極取り出し部分に相当する。このときの絶縁膜4としては、TiO₂やSiO₂等を用いてもよい。

【0056】続いて、図4(f)に示すように、導電性薄膜を成膜して所定の形状にパターンニングすることにより、データバスライン電極11及び接続電極5を形成する。本実施形態では、スパッタリング蒸着法によりTaを約0.25μmの厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングすることによりデータバスライン電極11及び接続電極5を形成した。

【0057】その後、図4(g)に示すように、導電性薄膜を成膜して所定の形状にパターンニングすることにより、画素電極13を形成する。本実施形態では、スパッタリング蒸着法により透明導電性材料であるITO膜を約0.15μmの厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングすることにより画素電極13を形成した。

【0058】以上によりガラス基板1a上に、下層電極2及びデータバスライン電極11で挟まれた強誘電体層3部分からなる一方の非線形素子部と、下層電極2及び接続電極5で挟まれた強誘電体層3部分からなる他方の非線形素子部とがバックツープックで直列に接続された非線形素子20が形成され、データバスライン11と画素電極13とが非線形素子20を介して電気的に接続される。

【0059】他方の基板1bの上には導電性薄膜を成膜し、その導電性薄膜を所定の形状にパターンニングして走査バスライン電極12を形成する。本実施形態では、液晶パネル用のコーニング社製#1737ガラス等の透明なガラス基板1b上に、スパッタリング蒸着法によりITOを約0.2μmの厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングすることにより走査バスライン電極12を形成した。なお、両基板の作製はいずれを先に行ってもよい。

【0060】次に、このようにして得られた一対の基板の上に、印刷法等によりポリイミド膜等の配向膜(図示せず)を約0.05μmの厚みで塗布して焼成し、ラビングによる配向処理を施す。

【0061】その後、両基板を図2(a)に示したように対向配置して、その間隙に液晶10を封入する。そして、偏光特性を利用する表示モードの液晶を使用する場合には、上記一対のガラス基板1a、1bの外側に偏光板を配置する。以上により本実施形態の表示装置が完成する。

【0062】図5は、このようにして得られる表示装置の等価回路図である。この図に示すように、各画素においてX方向及びY方向に設けられたデータバスライン電

極11及び走査バスライン電極12の間に、表示媒体である液晶層10の容量C_{lc}と非線形素子20の容量C_{fe}とが直列に接続されている。

【0063】この表示装置において、画素の選択時には、両バスライン電極11、12間にあるしきい値以上の信号電圧が印加されると強誘電体層13が自発分極を起し、この自発分極によって発生した電荷で液晶層10の容量C_{lc}が充電される。一方、画素の非選択時には、強誘電体103の自発分極のメモリー性を利用して液晶10の容量C_{lc}に充電された電荷を保持することができる。従って、従来の単純マトリクス型液晶表示装置に比べてクロストークが低減され、高コントラストな画像表示が可能となる。

【0064】さらに、本実施形態1においては、図3に示したように、非線形素子20の容量C_{fe}が、2つの非線形素子部の容量C_{fe1}、C_{fe2}を直列にバックツープック接続した構造を有するという特徴がある。

【0065】このため、非線形素子20全体としての容量C_{fe}は

$$C_{fe} = (C_{fe1} \times C_{fe2}) / (C_{fe1} + C_{fe2})$$

で表される。

【0066】従って、非線形素子20によれば、個々の非線形素子部が印加電圧の極性に対して非対称な電気特性を有していても、これらの非線形素子部を直列にバックツープック接続することで非対称性が解消される。

【0067】非線形素子20の電気特性が印加電圧の極性に対して完全に対称になれば、表示装置を交流駆動(極性反転駆動)する際に、液晶層10等の表示媒体にDC成分が印加されることがない。よって、液晶材料の分解や電極でのイオン吸着の発生等の不良も生じ難くなり、信頼性の優れた表示装置を得ることができる。

【0068】ここで、2つの非線形素子部は一方の非線形素子部上に他方の非線形素子部を形成することも可能であるが、本実施形態1のように、2つの非線形素子部を同一の基板表面に沿って並設することにより、上述したような製造プロセスにより2つの非線形素子部を同一工程で同時に形成することができる。

【0069】また、2つの非線形素子部は下層電極を別々に形成して配線や接続電極等により電気的に接続してもよいが、本実施形態1のように1つの下層電極2の上に強誘電体層3を設けることにより製造プロセスが容易となり、また、2つの非線形素子部の特性をより均一化することができるので好ましい。

【0070】さらに、本実施形態1では、強誘電体層3の上に2つの上層電極(データバスライン電極11と接続電極5)を同じ導電性材料を用いて同一工程で形成しているため、2つの非線形素子部の容量C_{fe1}、C_{fe2}を完全に特性の等しいものにすることが可能となる。よって、非線形素子の印加電圧に対する非線形性を

完全に対称なものにすることができる。

【0071】また、データバスライン電極11は強誘電体層3の上層に設けられているため、アモルファスの強誘電体層3aの結晶化プロセスに曝されることはない。よって、従来のように材料が限定されることはなく、低抵抗な材料を用いることができる。

【0072】また、上層電極（データバスライン電極11と接続電極5）が絶縁膜4の開口部4a、4aを介して強誘電体層3と接しているため、非線形素子部の面積が絶縁膜4の開口部4aの形状のみで決定される。この場合、各非線形素子部の面積の精度は、絶縁膜4をパターンニングするフォトリソグラフィ工程に用いられるフォトマスクの精度で決定される。よって、下層電極2、強誘電体層3及び上層電極をフォトリソグラフィ技術でパターンニングする際にフォトマスクのアライメント精度が悪くて重ね合わせずれが生じても、非線形素子部の面積が変化せず、均一な素子サイズを容易に実現することができる。

【0073】さらに、本実施形態1では、レーザーアニール法により強誘電体の結晶化を行っているため、以下のような効果を得ることができる。

【0074】(1) まず、一对の基板1a、1bとして安価で大面積化が容易なガラス基板を用いて、比較的大画面の表示装置を作製することができる。

【0075】従来では、無機のアモルファス強誘電体を結晶化させる際にRTA法等により600℃の高温焼成を施しており、通常、無機の強誘電体を用いて不揮発性メモリーを作製する際には下地基板としてSiウェハ等の半導体基板を用いるため、このような高温焼成プロセスでも問題を生じることはなかった。

【0076】しかし、本実施形態1の表示装置の場合には、Siウェハの代わりに透明なガラス基板を用いているので600℃の高温焼成を行うことができず、アモルファス状の強誘電体層しか形成できない。

【0077】そこで、本実施形態1では、強誘電体の結晶化を行う手段としてRTA法の代わりに上述したレーザーアニール法を用いることにより、紫外線の侵入長さをアモルファスの強誘電体層の厚み程度に抑えることができ、その結果、下地基板を高温に曝さずに強誘電体の結晶化を効率よく行うことができた。

【0078】(2) また、本実施形態1では、強誘電体層3の下層にTaからなる下層電極を設けることができ、電極材料の選択の幅を広げることができる。

【0079】上述のように無機のアモルファス強誘電体を結晶化させる際にRTA法等により600℃の高温焼成を施すと、通常、殆どの金属は酸化されてしまう。このため、従来では、強誘電体層の下層電極としては600℃で酸化し難いPtやIr等の貴金属又はRuO₂やIrO₂等の貴金属酸化物が使用されており、製造コストを上昇させる原因となっていた。

【0080】そこで、本実施形態1では、強誘電体の結晶化を行う手段としてRTA法の代わりに上述したレーザーアニール法を用いることにより、上述のように下地基板を高温に曝さずに強誘電体の結晶化を効率よく行なって下層電極の酸化を防ぐことができる。従って、強誘電体層の下層に形成する電極材料の選択範囲が広くなり、貴金属又は貴金属酸化物以外の導電性材料も使用することが可能となった。

【0081】例えば、本実施形態1では比較的酸化し難いTaを下層電極として採用したが、レーザーアニール処理中にTaが酸化されることは殆どなく、電極として十分使用可能であることが確認できた。

【0082】なお、下層電極2の材料としては、Taに限定されず、酸素雰囲気中のレーザーアニール処理で殆ど酸化されない材料であれば、どんな導電性材料を用いてもよい。また、コストを問題にしない場合であれば、従来のようにPtやIr等の貴金属又はRuO₂やIrO₂等の貴金属酸化物を使用してもよい。

【0083】また、本実施形態1ではガラス基板上に結晶性に優れた無機の酸化物強誘電体を形成するためのレーザーアニール法を用いたが、基板の耐熱性と下層電極の耐熱性に問題がなければ、RTA法等の他の結晶化方法を用いてもよい。

【0084】また、強誘電体層として使用される強誘電体材料についても、PZTに限られず、例えばSBTやTiBa₃等、他の無機強誘電体層を用いてもよい。また、強誘電体特性を有していれば結晶化されていなくてもよく、アモルファス状態であってもよい。さらに、フッ化ビニリデン（ビニリデンフロライド：VDF）とトリフルオロエチレン（TrFE）との強重合体P(VDF/TrFE)等の強誘電体ポリマー等は、無機の結晶性強誘電体に比べて強誘電体特性が若干劣るものの低温で成膜することが可能であるため、ガラス基板上への形成が容易であり、本実施形態の非線形素子及び表示装置に使用することが可能である。

【0085】（実施形態2）本実施形態2では、ガラス基板の代わりに石英基板を用いて非線形素子及び表示装置を作製した例について説明する。なお、表示装置及び非線形素子の基本的な構成は実施形態1と同様であり、実施形態1と共通の部分については説明を省略する。

【0086】図6は本実施形態2の表示装置の製造プロセスを示す断面図である。

【0087】まず、図6(a)に示すように、一方の基板である石英基板1a上に、スパッタリング蒸着法により白金(Pt)を約0.1μmの厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングすることにより下層電極2を形成する。

【0088】次に、図6(b)に示すように、ゾルゲル法によりSr、Bi、Ta及びOを主成分とするアモル

ファスの $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ (SBT) からなる強誘電体層3aを約 $0.2\mu\text{m}$ の厚みで成膜した。ここで用いたゾルゲル法は、金属アルコキシド溶液を混合して保存液を調製し、成膜直前に加水分解させて架橋反応でゲル化させ、これを基板上にスピン塗布法で均一に塗布して乾燥及び結晶化を行うことにより成膜する方法である。なお、このアモルファスのSBTからなる強誘電体層3aは、MOCVD法、レーザーアブレーション法等により形成してもよい。

【0089】続いて、図6(c)に示すように、 400°C で乾燥させたSBT層をRTA法により酸素雰囲気中、 750°C でアニールを行って結晶化させる。これにより多結晶のSBTからなる強誘電体層3が形成される。

【0090】その後、図6(d)に示すように、多結晶のSBTからなる強誘電体層3をフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いて所望の形状にパターンニングする。SBTのドライエッチングには、フッ素系ガスや塩素系ガスを用いることができる。なお、ここではアモルファスのSBTをRTA処理により結晶化した後でパターンニングを行ったが、アモルファスのSBTをパターンニングした後でRTA処理により結晶化してもよい。

【0091】次に、図6(e)に示すように、スパッタリング蒸着法を用いて Ta_2O_5 からなる絶縁膜4を約 $0.2\mu\text{m}$ の厚みで成膜し、フォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いて強誘電体層3上に2つのスルーホール4a、4aを形成する。このスルーホールは、強誘電体層3の電極取り出し部分に相当する。このときの絶縁膜4としては、 TiO_2 や SiO_2 等を用いてもよい。

【0092】続いて、図6(f)に示すように、スパッタリング蒸着法によりTaを約 $0.25\mu\text{m}$ の厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングすることによりデータバスライン電極11及び接続電極5を形成する。

【0093】その後、図6(g)に示すように、スパッタリング蒸着法により透明導電性材料であるITO膜を約 $0.15\mu\text{m}$ の厚みで成膜し、これをフォトリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングすることにより画素電極13を形成する。

【0094】以上により石英基板1a上に、下層電極2及びデータバスライン電極11で挟まれた強誘電体層3部分からなる一方の非線形素子部と、下層電極2及び接続電極5で挟まれた強誘電体層3部分からなる他方の非線形素子部とがバックツープックで直列に接続された非線形素子20が形成され、データバスライン11と画素電極13とが非線形素子20を介して電氣的に接続される。

【0095】このように本実施形態2においては、石英

基板1a上に実施形態1と同様な非線形素子20を形成することができるので、実施形態1と同様な効果を奏することができる。

【0096】また、本実施形態2では石英基板を用いており、石英基板は 1000°C 以上の耐熱性を有するため、SBTの結晶化に必要な $700^\circ\text{C}\sim 800^\circ\text{C}$ のRTA処理にも十分対応することができる。

【0097】(実施形態3) 本実施形態3では、実施形態1及び実施形態2に比べて、非線形素子の構造を簡略化した例について説明する。

【0098】図7(a)は、本実施形態3の表示装置の1画素当たりの平面構成を示す図であり、図7(b)はそのB-B'線による断面図である。

【0099】一方の基板1aに設けられた非線形素子20では、Ta等の金属膜からなる下層電極2の上に多結晶状態のPZTからなる強誘電体層3が設けられ、その上にTa等の金属膜からなるデータバスライン電極11及び接続電極5が強誘電体層3と一部重畳するように設けられている。

【0100】その接続電極5の上に一部重畳するようにITO等の透明導電膜からなる画素電極13が設けられ、接続電極5を介して強誘電体層3と接続されている。

【0101】また、他方の基板1bには、ITO等の透明導電膜からなる走査バスライン電極12が設けられ、両基板の間に液晶層10が封入されている。

【0102】このように本実施形態3の表示装置では、図2に示した実施形態1の表示装置に対して、スルーホール4a、4aを有する絶縁膜4が省略されている。よって、絶縁膜の形成プロセスを省略して製造工程を簡略化することができる。

【0103】本実施形態3の非線形素子20においても、下層電極2及びデータバスライン電極11で挟まれた強誘電体層3部分からなる一方の非線形素子部と、下層電極2及び接続電極5で挟まれた強誘電体層3部分からなる他方の非線形素子部とがバックツープックで直列に接続された構造が得られるので、実施形態1及び実施形態2と同様な効果を奏することができる。

【0104】(実施形態4) 本実施形態4では、実施形態3の非線形素子において、強誘電体層3と上層電極11、5との重ね合わせ精度が若干ずれても素子面積が一定になるように冗長性を与えた例について説明する。

【0105】図8に本実施形態4の表示装置の平面図を示す。

【0106】一方の基板1aに設けられた非線形素子20では、データバスライン電極11及び接続電極5が幅(この図では左右)方向のサイズを均一にしてあり、強誘電体層3の両外側(この図では左右)まで延びている。

【0107】上述の図7に示した実施形態3の非線形素

子では、2つの非線形素子部の素子サイズが強誘電体層3、データ電極11及び接続電極5をパターンニングする際の各パターンの重ね合わせ精度に大きく依存するため、製造プロセスを高精度化する必要があった。

【0108】これに対して、図8に示した本実施形態4の非線形素子20では、両非線形素子部の素子サイズは強誘電体層3とデータ電極11及び接続電極5との重なり部分で決定されるが、各パターンの重ね合わせ精度が図の左右方向や上下方向に若干ずれても強誘電体層3とデータ電極11及び接続電極5を重ね合わせるこ

【0109】（実施形態5）本実施形態5では、実施形態1及び実施形態2において、非線形素子の構造を表示装置の大画面化に有利な構造とした例について説明する。

【0110】図9（a）は、この表示装置の1画素当たりの平面構成を示す図であり、図9（b）はそのC—C'線による断面図である。

【0111】一方の基板1aに設けられた非線形素子20では、Ta等の金属膜からなる下層電極2の上に多結晶状態のPZTからなる強誘電体層3が設けられ、その上に2つの開口部4a、4aを有する絶縁膜4が設けられている。その上にTa等の金属膜からなる第1の接続電極5a及び第2の接続電極5bが絶縁膜4を介して強誘電体層3と一部重畳するように設けられ、各々開口部4a、4aを介して強誘電体層3と接している。

【0112】その第1の接続電極5aの上に一部重畳するようにITO等の透明導電膜からなる画素電極13が設けられ、第1の接続電極5aを介して強誘電体層3と接続されている。また、第2の接続電極5bの上に一部重畳するようにアルミニウム（Al）等の金属膜からなるデータバスライン電極11が設けられ、第2の接続電極5bを介して強誘電体層3と接続されている。

【0113】さらに、他方の基板1bには、ITO等の透明導電膜からなる走査バスライン電極12が設けられ、両基板の間に液晶層10が封入されている。

【0114】図1に示した実施形態1の表示装置のようにデータバスライン電極11が強誘電体層3に直接接している場合、データバスライン電極11の材料として下層電極2の材料と同等のものをを用いる必要がある。

【0115】これに対して本実施形態5においては、データバスライン電極11が第2の接続電極5bを介して強誘電体層3と接続されているので、データバスライン電極11の材料に関して制限を無くすることができる。よって、大画面の表示装置を製造する場合に、データバスライン電極11の材料として比抵抗の小さいAlやCu等を用いることができる。

【0116】また、本実施形態5において、第1の接続電極5a及び第2の接続電極5bは同一工程で形成する

ことができるので、製造プロセスが増えることはない。また、第1の接続電極5a及び第2の接続電極5bを同一工程で形成することにより必然的に同じ材料で形成することになるので、2つの非線形素子部の電気特性を均一なものにすることができる。

【0117】（実施形態6）本実施形態6では、実施形態3において、非線形素子の構造を表示装置の大画面化に有利な構造とした例について説明する。

【0118】図10（a）は、この表示装置の1画素当たりの平面構成を示す図であり、図10（b）はそのD—D'線による断面図である。

【0119】一方の基板1aに設けられた非線形素子20では、Ta等の金属膜からなる下層電極2の上に多結晶状態のPZTからなる強誘電体層3が設けられ、その上にTa等の金属膜からなる第1の接続電極5a及び第2の接続電極5bが設けられている。

【0120】その第1の接続電極5aの上に一部重畳するようにITO等の透明導電膜からなる画素電極13が設けられ、第1の接続電極5aを介して強誘電体層3と接続されている。また、第2の接続電極5bの上に一部重畳するようにAl等の金属膜からなるデータバスライン電極11が設けられ、第2の接続電極5bを介して強誘電体層3と接続されている。

【0121】さらに、他方の基板1bには、ITO等の透明導電膜からなる走査バスライン電極12が設けられ、両基板の間に液晶層10が封入されている。

【0122】本実施形態6においても実施形態5と同様に、データバスライン電極11が第2の接続電極5bを介して強誘電体層3と接続されているので、大画面の表示装置を製造する場合に、データバスライン電極11の材料として比抵抗の小さいAlやCu等を用いることができる。

【0123】また、実施形態5と同様に、第1の接続電極5a及び第2の接続電極5bを同一工程で形成することができるので製造プロセスが増えることはなく、2つの非線形素子部の電気特性を均一なものにすることができる。

【0124】さらに、実施形態5の表示装置に対して、スルーホール4a、4aを有する絶縁膜4を省略することができるので、絶縁膜の形成プロセスを省略して製造工程を簡略化することができる。

【0125】（実施形態7）本実施形態7では、実施形態3において、非線形素子の構造を表示装置の大画面化に有利な構造とした例について説明する。

【0126】図11に本実施形態7の表示装置の平面図を示す。

【0127】一方の基板1aに設けられた非線形素子20では、第1の接続電極5a及び第2の接続電極5bが幅（この図では左右）方向のサイズを均一にしてあり、強誘電体層3の両外側（この図では左右）まで延びてい

に沿って並設することにより、同一工程で同一の特性を有する2つの非線形素子部を容易に得ることができる。これにより、印加電圧の極性に対する電気特性の対称性をさらに向上させることができる。

【0136】また、強誘電体層を挟んで1つの下層電極と2つの上層電極とを設けることにより、2つの非線形素子部が直列にバックツープック接続された非線形素子を容易に形成することができる。

【0137】また、強誘電体層と2つの上層電極をフォトリソグラフィ技術によりパターン形成する際にフォトマスクのアライメント精度が悪いために許容範囲内で重ね合わせのずれが生じて非線形素子部の面積が変化しないように、2つの上層電極に冗長性を与えることにより、2つの非線形素子部の素子面積を容易に均一にすることができる。

【0138】また、強誘電体層の一方側に1つの下層電極を設け、他方側にその上を覆う絶縁膜を間に介して2つの上層電極を設けて絶縁膜の2つの開口部で強誘電体層と接するようにすることにより、2つの非線形素子部が直列にバックツバック接続された非線形素子を容易に形成することができる。この場合、2つの非線形素子部の素子面積が各層のパターン形成の際のフォトリソのアライメント精度に依存せず、絶縁膜に設けられた開口部の形状（スルーホール）の形状のみで素子面積決定されるため、容易に2つの非線形素子部の素子面積を均一にすることができる。

【0139】また、上記2つの上層電極を同一の導電性材料で形成することにより、2つの非線形素子部の特性をより均一にすることができるので、これらを直列にバックツバック接続することにより、印加電圧の極性に対して完全に対称な電気特性を有する非線形素子を得ることができる。

【0140】さらに、本発明による場合には、画素電極と走査バスライン電極又はデータバスライン電極との間に本発明の非線形素子が設けているので、非線形素子の電気特性により表示媒体の電圧を制御することができる。よって、画素がマトリクス構成を有する表示装置においてもクロストークを低減して高コントラストな画像

表示が可能となる。また、印加電圧の極性に対して対称性を有する本発明の非線形素子を用いることにより、交流駆動（極性反転駆動）を行っても表示媒体にＤＣ電圧が印加されることはない。特に、２つの上層電極を同一の導電性材料で形成することにより、２つの非線形素子部の特性をより均一にして印加電圧の極性に対して完全に対称な電気特性を有する非線形素子を得ることができる。よって、表示装置の交流駆動がさらに容易になる。

【0141】従って、表示媒体として例えば液晶を用いても、液晶材料が分解したり、電極でのイオン吸着が生じたりすることはなく、信頼性が高い表示装置を得ることができる。

とができる。

【0135】また、2つの非線形素子部を同一基板表面 50

【0142】また、上記強誘電体層と重畳する走査バスライン電極部分又はデータバスライン電極部分を一方の上層電極とし、強誘電体層と画素電極とを接続する接続電極を他方の上層電極とすると、バスライン電極と接続電極とを同一の工程で形成して容易に非線形素子を作製することができる。この場合、走査バスライン電極又はデータバスライン電極が強誘電体層の上層にあるので、両バスライン電極が強誘電体層の結晶化プロセスの影響を受けることはなく、これによりバスライン電極の材料が限定されることはない。よって、下層電極と同等の電気特性を有するものであれば熱酸化しやすい材料であっても用いることができる。

【0143】また、上記強誘電体層と画素電極とを接続する第1接続電極を一方の上層電極とし、強誘電体層と走査バスライン電極又はデータバスライン電極とを接続する第2接続電極を他方の上層電極とすると、第1接続電極と第2接続電極とを同一の工程で形成して容易に非線形素子を作製することができる。この場合にも、走査バスライン電極又はデータバスライン電極が強誘電体層の上層にあるので、これらのバスライン電極が強誘電体層の結晶化プロセスの影響を受けることはなく、これにより両データバスライン電極の材料が限定されることはない。

【0144】さらに、強誘電体層に接続される第2接続電極を走査バスライン電極及びデータバスライン電極とは別に設けているので、第2接続電極よりも比抵抗値が小さい導電性材料、例えば熱酸化しやすいAlやCu等の低抵抗材料を用いてバスライン電極を形成することができる。これにより、バスライン電極をさらに低抵抗化して表示信号の遅延を低減することができるので、大画面表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の表示装置の構成を示す平面図である。

【図2】(a)は実施形態1の表示装置の1画素当たりの構成を示す平面図であり、(b)は(a)のA-A'線による断面図である。

【図3】(a)は実施形態1の表示装置における非線形素子の構成を示す断面図であり、(b)はその等価回路図である。

【図4】実施形態1の表示装置の製造工程を示す断面図である。

【図5】実施形態1の表示装置の等価回路図である。

【図6】実施形態1の表示装置の製造工程を示す断面図である。

【図7】(a)は実施形態3の表示装置の1画素当たりの構成を示す平面図であり、(b)は(a)のB-B'線による断面図である。

【図8】実施形態4の表示装置の1画素当たりの構成を示す平面図である。

【図9】(a)は実施形態5の表示装置の1画素当たりの構成を示す平面図であり、(b)は(a)のC-C'線による断面図である。

【図10】(a)は実施形態6の表示装置の1画素当たりの構成を示す平面図であり、(b)は(a)のD-D'線による断面図である。

【図11】実施形態7の表示装置の1画素当たりの構成を示す平面図である。

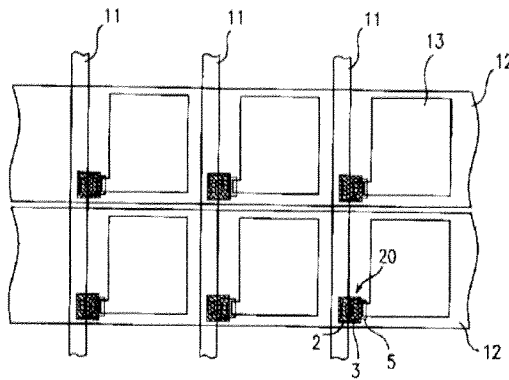
【図12】(a)は従来の表示装置の等価回路図であり、(b)はその1画素当たりの構成を示す断面図であり、(c)はその1画素当たりの構成を示す平面図である。

【図13】強誘電体のE-D（電界強度-電荷密度）曲線を示すグラフである。

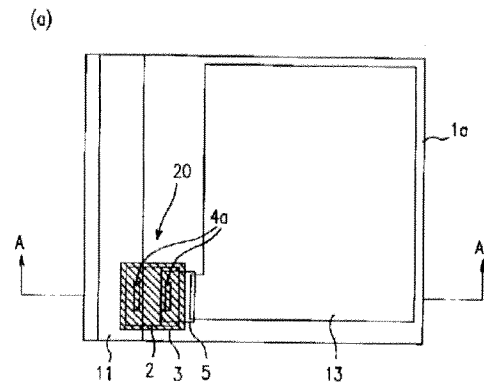
【符号の説明】

- 1 a、1 b 基板
- 2 下層電極
- 3 強誘電体層
- 4 絶縁膜
- 4 a 絶縁膜の開口部
- 5 接続電極
- 5 a 第1の接続電極
- 5 b 第2の接続電極
- 11 データバスライン電極
- 12 走査バスライン電極
- 13 画素電極
- 20 非線形素子
- C f e 非線形素子の容量
- C l c 液晶層の容量

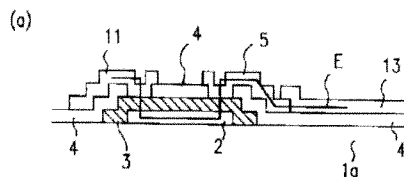
【図 1】



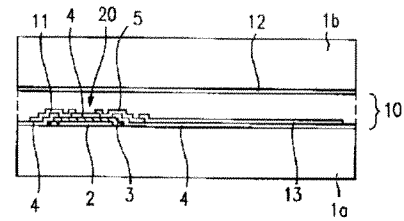
【図 2】



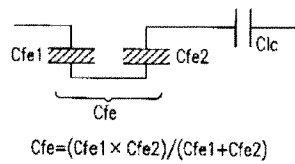
【図 3】



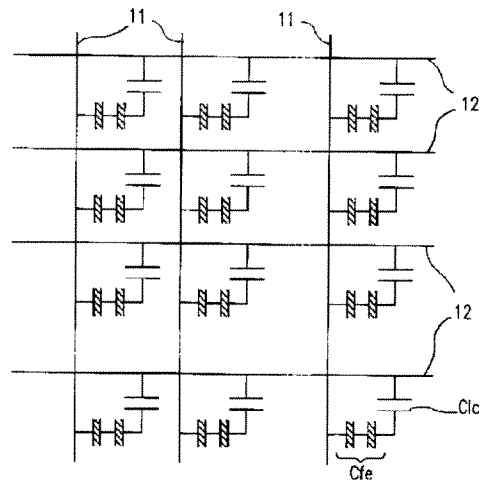
(b)



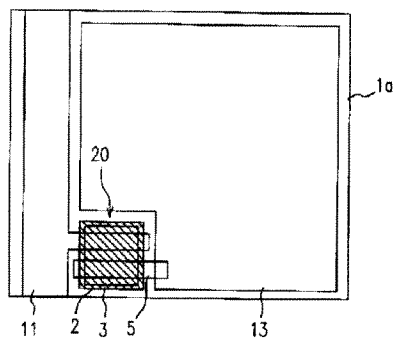
(b)



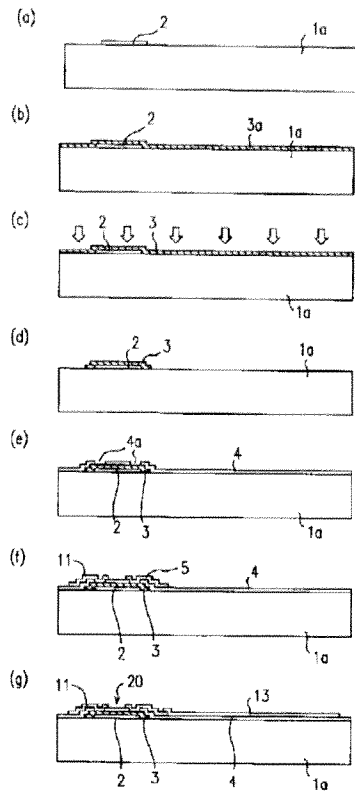
【図 5】



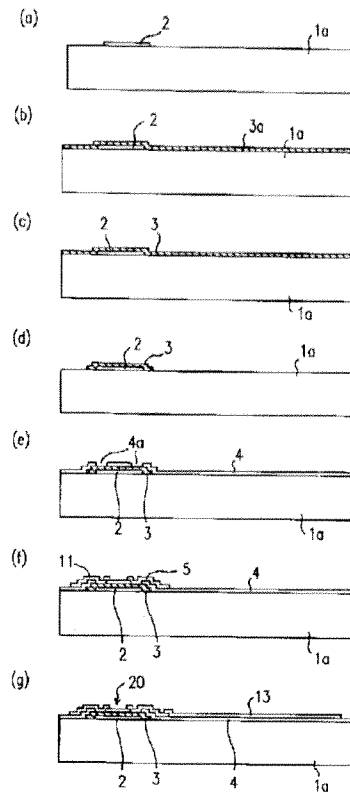
【図 8】



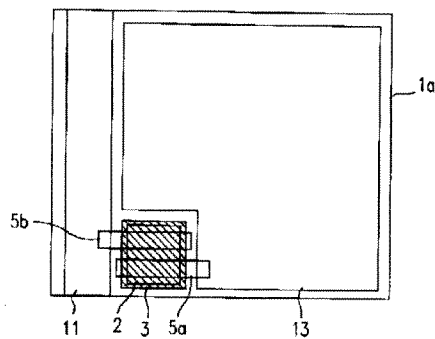
【図4】



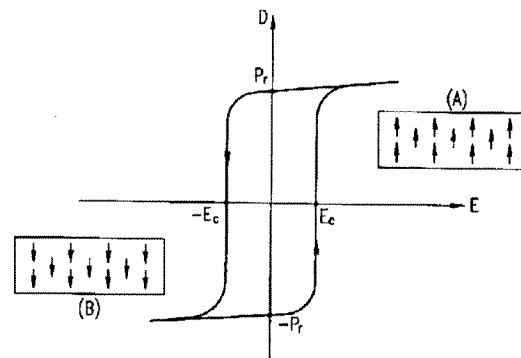
【図6】



【図11】



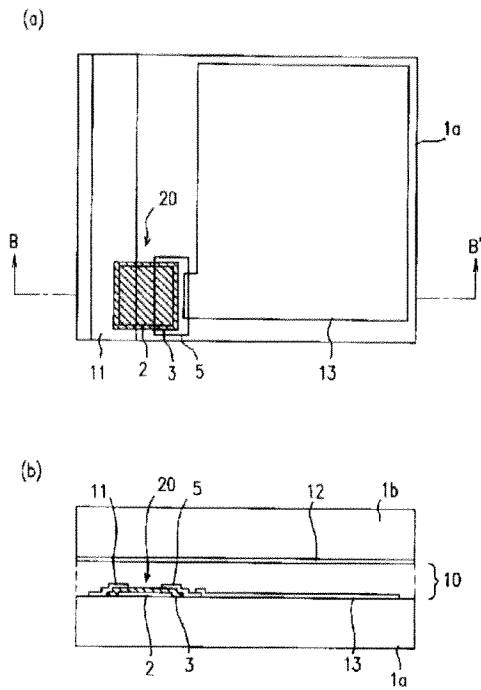
【図13】



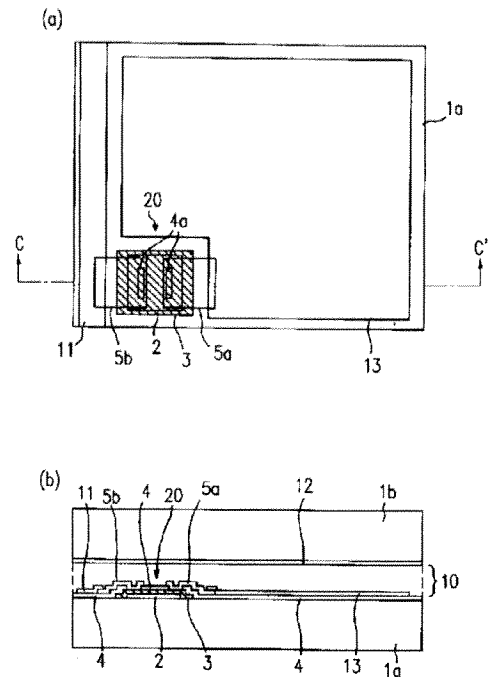
強誘電体の分極反転とヒステリシス曲線

P_r : 残留分極
 E_c : 抗電界

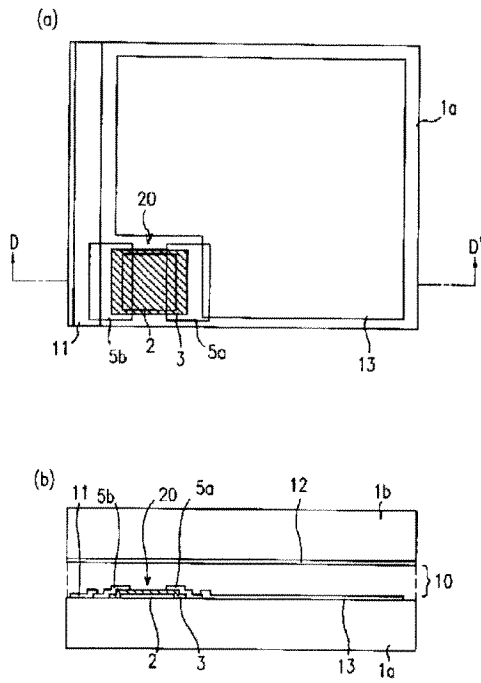
【図7】



【図9】

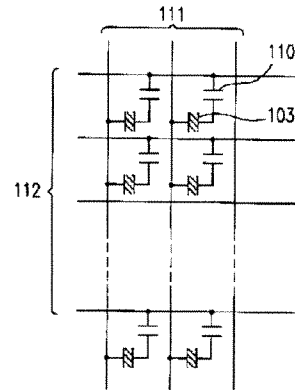


【図10】

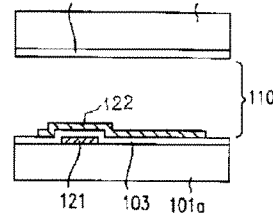


【図12】

(a) 等価回路図



(b) 1画素あたりの断面図



(c) 1画素あたりの平面図

